

Ruppersberg, Klaus; Peters, Heide; Schöps, Katrin; Nick, Sabine; Peper-Bienzeisler, Renate
Teste dein Wissen mit Aufgaben aus der JuniorScienceOlympiade! Milch - echt "kuhl"

Chemie konkret : CHEMKON 22 (2015) 4, S. 190-191



Quellenangabe/ Reference:

Ruppersberg, Klaus; Peters, Heide; Schöps, Katrin; Nick, Sabine; Peper-Bienzeisler, Renate: Teste dein Wissen mit Aufgaben aus der JuniorScienceOlympiade! Milch - echt "kuhl" - In: Chemie konkret : CHEMKON 22 (2015) 4, S. 190-191 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-140358 - DOI: 10.25656/01:14035

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-140358>

<https://doi.org/10.25656/01:14035>

Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.

This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Digitalisiert

Teste dein Wissen mit Aufgaben aus der JuniorScienceOlympiade!

Milch – echt „kuhl“



Unter diesem Motto stehen in diesem Jahr die Wettbewerbsaufgaben aus der ersten Runde der Internationalen JuniorScienceOlympiade (IJSO). Was braucht man für die Teilnahme? Forschergeist und ein paar Liter Milch – mehr nicht für den Anfang. Der Wettbewerb richtet sich an Mädchen und Jungen bis 15 Jahre, die sich für Chemie, aber auch Biologie und Physik begeistern. Die Aufgaben gibt es ab 1. November, anmelden kann man sich bis zum 20. Januar 2016.

Fast jeder hat einmal gehört „Trink Milch, das ist gut für deine Zähne und Knochen!“. Es gibt aber auch Menschen, die Milch nicht gut vertragen. Ist Milch nun gesund – oder schädlich? Kein Wunder, dass diese Frage immer wieder diskutiert wird [1]. Das ist Anlass genug, sich mit Milch und ihren Produkten zu befassen. Aber auch darüber hinaus bietet Milch viel Spannendes und einige Überraschungen.

Alle Säugetiere produzieren Milch, um ihre Neugeborenen zu ernähren, bevor sie andere Kost verdauen können. Das ist beim Menschen nicht anders als bei der Kuh oder dem Seehund. Deshalb ist Milch auch nicht gleich Milch, sondern den Lebens- und Umweltbedingungen der Tiere angepasst.

Milch ist ein Gemisch, das neben viel Wasser in unterschiedlichen Anteilen Fett, Kohlenhydrate (Milchzucker = Lactose) und Eiweißstoffe enthält. Wasser und Fett sind aber doch nicht mischbar – was ist denn bloß los in der Milch?

Versuch 1: Fett und Wasser mischen sich nicht, das weiß doch jedes Kind...

Durchführung: Fülle ein Reagenzglas je zur Hälfte mit Lebensmittelfarbe angefärbtem Wasser (E133-Brillantblau, E124-Cochenillerot, z. B. Fa. Birkmann) und hellem Maiskeimöl (z. B. Mazola). Beide Farbstoffe sind wasser-, aber nicht fettlöslich. Verschließe das Reagenzglas mit einem Stopfen und schüttle kräftig. Stelle es dann in einen Reagenzglasständer und beobachte einige Minuten, was geschieht.

Beobachtung und Erklärung: Beim kräftigen Schütteln entstehen viele kleine Fett-Tröpfchen, die gleichmäßig im farbigen Wasser verteilt werden, die geschüttelte Flüssigkeit wirkt leicht trübe. Mit dem Einsatz deiner Muskelkraft hast du die Grenzfläche zwischen Öl und Wasser um ein Vielfaches vergrößert. Stell dir vor, dass du einen Würfel in 1000 kleine Würfel gleicher Kantenlänge teilst. Berechne die

Gesamtoberfläche der 1000 kleinen Würfel und vergleiche sie mit der des ursprünglichen Würfels. Die Oberfläche sei ein Maß für den Energiegehalt des Systems. Der Zustand der 1000 geteilten Würfel ist wegen der größeren Oberfläche energiereicher als der des ungeteilten Würfels. Analog ist der Zustand nach dem Schütteln, mit vielen kleinen Öltröpfchen, energiereicher als der Ausgangszustand vor dem Schütteln.

Der energieärmste Zustand zweier nicht mischbarer Flüssigkeiten wird erreicht, wenn die Grenzfläche zwischen beiden Phasen ein Minimum einnimmt. Das ist der Fall, wenn sich beide Phasen getrennt haben. Genau das beobachtest du hier: Sobald nicht mehr geschüttelt wird, entmischen sich nach kurzer Zeit die beiden Phasen wieder. Die helle Ölschicht schwimmt auf dem gefärbten Wasser.

Versuch 2 ... aber was ist los in der Milch?

Durchführung: Lass jeweils ein kleines Glas homogenisierte Vollmilch und Rohmilch oder Vorzugsmilch (aus dem Supermarkt oder Bioladen), bei Zimmertemperatur lose bedeckt über Nacht stehen. Was beobachtest du?

Beobachtungen: Anders als in Versuch 1 lässt sich in der frischen Milch rein optisch keine Entmischung erkennen, obwohl Kuhmilch Fett und Wasser enthält. Lässt du sie aber über Nacht stehen, setzt sich bei der Rohmilch (nicht homogenisiert) an der Oberfläche eine dicke, cremige Schicht ab, die im Vergleich zur Milch deutlich gelb gefärbt ist (Abb. 1, rechts). Man sagt auch, Milch „rahmt auf“. Bei der homogenisierten Vollmilch bildet sich trotz vergleichbarem Fettgehalt keine solche Schicht, höchstens eine dünne Ring an der Glaswandung (Abb. 1, links). Wie ist das zu verstehen?

Erklärung: Milch ist ein heterogenes Gemisch, genauer eine Dispersion: Das MilCHFett in frischer Kuhmilch besteht aus Fett-Tröpfchen mit einem Durchmesser von etwa 0,1 bis



Abb. 1: Homogenisierte Milch (links) sowie Vorzugsmilch (rechts) nach 12 Stunden (Foto H. Peters)

10 μm , die im Wasser fein verteilt sind. Sind beide, disperse Phase (Öl) und Dispersionsmedium (Wasser), nicht mischbare Flüssigkeiten, nennt man diesen Typ einer Mischung auch Emulsion, genauer eine Fett-in-Wasser-Emulsion. Emulsionen sind instabile Systeme und haben eine begrenzte Lebensdauer. Die Entmischung beider Phasen kann nur aufgehalten, aber nicht verhindert werden. Stabilisiert werden können sie durch die Zugabe von grenzflächenaktiven

Substanzen (Tenside), die aus einem polaren Teil (hydrophil) und einem unpolaren Teil (hydrophob) bestehen, der sich mit lipophilen Stoffen verbinden kann. Kuhmilch muss der Stabilisator nicht erst zugegeben werden. Die Fettkügelchen sind von einer doppelten Hülle umgeben, die aus Phospholipiden sowie Proteinen und Hydratwasser besteht. Die Hülle wirkt als stabilisierender Emulgator. Wird sie „geknackt“, können sich mehrere kleine zu größeren Fett-Tropfen zusammenlagern.

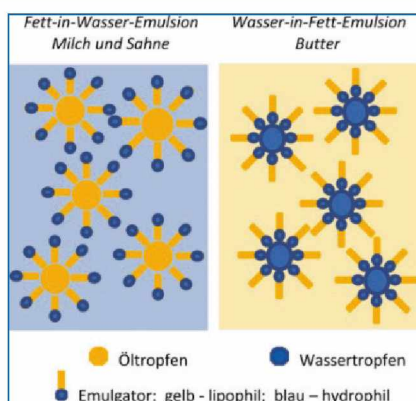
Auch in Milch entmischen sich also Fett und Wasser, wie Versuch 2 zeigt, aber erst nach mehreren Stunden. Das ist auch gut so, denn ohne Entmischung kein Rahm und ohne Rahm keine Schlagsahne und keine Butter. Und was ist an-

ders in der homogenisierten Milch? Viele Milchtrinker mögen keine Rahmklumpen, deshalb greift man in die Trickkiste: Fettkügelchen können sich nur zusammenlagern, wenn sie einander berühren. Je kleiner die Fettkügelchen sind, umso geringer ist bei einer gleichmäßigen Verteilung der Kügelchen die Wahrscheinlichkeit, dass sich zwei Teilchen berühren. Deshalb wird beim Homogenisieren Milch unter hohem Druck auf eine Metallplatte gespritzt und dabei der mittlere Tropfendurchmesser der Fettkügelchen etwa auf ein Zehntel reduziert. Entsprechend verzögert sich die Entmischung – und wenn sich dann Rahmklumpen bilden, ist das Haltbarkeitsdatum der so behandelten Milch sowieso längst überschritten.

Versuch 3: Von der Milch zur Butter

Und wie wird aus dem Ganzen jetzt Butter? Früher wurde in Handarbeit Rahm in einem Butterfass geschlagen. Dazu wird ein Stößel im Rahm auf und ab bewegt. Durch die mechanische Beanspruchung brechen die Hüllen der MilCHFettkügelchen auf und das Fett lagert sich zusammen. Der größte Anteil des Wassers und darin gelöste Stoffe werden als Buttermilch abgesondert, aber Teile der Fetthüllen, Wasser und etwas Milcheiweiß werden auch im Fett eingeschlossen.

Geht eine Fett-in-Wasser-Emulsion wie Rahm in eine Wasser-in-Fett-Emulsion wie Butter über, spricht man von *Inversion* oder dem *Brechen einer Emulsion*. Du kannst sie in einem weiteren Versuch sichtbar machen: **Durchführung:** Verreibe jeweils etwas Rahm (Versuch 2) oder Sahne sowie ein kleines Stück weiche Butter mit Lebensmittelfarbe aus Versuch 1 und mache einen Abstrich auf einem Objektträger [2]. Bei geeigneter Vergrößerung (etwa 100fach) siehst du unter dem Mikroskop beim



Rahmpräparat farblose (Fett-)Tropfen auf farbigen Hintergrund. Da sich Fett mit E133 bzw. E124 nicht anfärben lässt, beobachtest du beim Butterpräparat (Wasser-)Tropfen auf farblos-gelbem Hintergrund.

Bleibt noch das Rätsel, warum Rahm und auch Butter im Vergleich zur Milch gelbstichig sind? Ganz einfach – Kühe fressen auf der Weide frisches Gras. Neben Chlorophyll, das dem Gras seine Grünfärbung gibt, enthält das Gras auch gelbe Farbstoffe, sog. Car-

otinoide. Über die Milchdrüsen gelangen diese in die Kuhmilch. Da sie fettlöslich sind, reichern sie sich im MilCHFett und besonders in der fettreichen Rahmschicht an. Da Butter aus Rahm geschlagen wird, ist auch sie gelblich. Und was passiert im Winter? Na klar – man mischt dem Futter Carotinoide bei oder noch einfacher, man füttert die Kühe mit Karotten. Denn wie der Name verrät, ist der Farbstoff auch in diesen enthalten.

Neugierde geweckt? Mit den QR-Codes kommst du schnell zum Aufgabenblatt und zur Anmeldung!

Dann warten bei der IJSO 2016 mit „Schaumschlägerei“ und „Die Milch wird sauer – so ein Quark!“ wie auch in Aufgabe 4 weitere spannende Experimente auf dich.



Zum Aufgabenblatt



Zur Anmeldung

Aufgabe 4 aus 1. Runde IJSO 2016: Mit oder ohne Lactose – das ist hier die Frage!

Bei Menschen mit Lactoseunverträglichkeit kann der Konsum von Milchprodukten zu Verdauungsbeschwerden führen, weil MilChzucker im Körper nicht abgebaut werden kann. Diese Menschen sollten lactosehaltige Produkte meiden und auf lactosefreie Milchprodukte ausweichen oder aber Lactasepräparate einnehmen.

4a) Vier Proben (normale Milch, lactosefreie Milch, in Wasser gelöster Haushaltszucker, in Wasser gelöster Traubenzucker) werden vor und nach der Zugabe des Enzyms Lactase mit Teststreifen aus der Apotheke auf ihren Glucosegehalt in einem Labor untersucht. Notiere in einer Tabelle, welche Befunde du erwarten würdest,

und gib dazu eine biologisch-chemische Begründung an. Begründe, weshalb lactosefreie Milch süßlicher schmeckt als normale Milch.

4b) Im Supermarkt findest du Hartkäse, der als „lactosefrei“ deklariert ist. Daneben liegt eine Packung der gleichen Käsesorte ohne den Hinweis. Sie ist 20 Cent billiger. Informiere dich über die Herstellung von Hartkäse.

Welche Packung würdest du jemandem empfehlen, dessen Körper Lactase bildet, welche jemandem, dem eine Lactoseunverträglichkeit diagnostiziert wurde? Begründe deine Empfehlung.

Die Literatur zum Nachschlagen und Nachlesen

- [1] Zittlau, J. (2015) Ist Milch nun gesund – oder schädlich? Die WELT, Wissen, Ausgabe vom 10.8.2015. <http://www.welt.de/145019953> (14.8.2015).
- [2] Experimentiermappe zum Thema Milch. Lernwerkstatt Schülerlabor Chemie an der Universität Jena. http://home.snafu.de/helmert/Milch/Materialien_Downloads/experimentiermappe_milch.pdf (14.8.2015).
- [3] Experimente mit Milch – Arbeitsmaterialien, Unterrichtsmaterialien vom Agnes-Pockels-SchülerInnenlabor Institut für Lebensmittelchemie, TU-Braunschweig, <https://www.tu-braunschweig.de/agnes-pockels-labor/angebote-th#milch> (14.8.2015).
- [4] Milchprodukte selber machen. www.kaese-selber.de (14.8.2015).
- [5] Hildebrand, K. (2004) Die Milch macht's – Von der Rohmilch zum Käse. Fb. Chemie der Philipps-Universität Marburg http://www.chids.de/veranstaltungen/uebungen_experimentalvortrag.html (letzter Zugriff am 14.8.2015).
- [6] Themenheft Milch (1996). NiU-Ch 7, Heft 33.
- [7] Themenheft Milch und Milchprodukte (1991). UB 170.
- [8] Heyduck, B., Großschedl, J. (2013) Die Herstellung von Käse. UB, 390, 45 – 47.

Viel Spaß wünschen die Redaktion, IChO- und IJSO-Aufgabenteam!